

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-154051

(43)Date of publication of application : 08.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/13

(21)Application number : 11-337460

(71)Applicant : OKI PRINTED CIRCUIT KK  
OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.11.1999

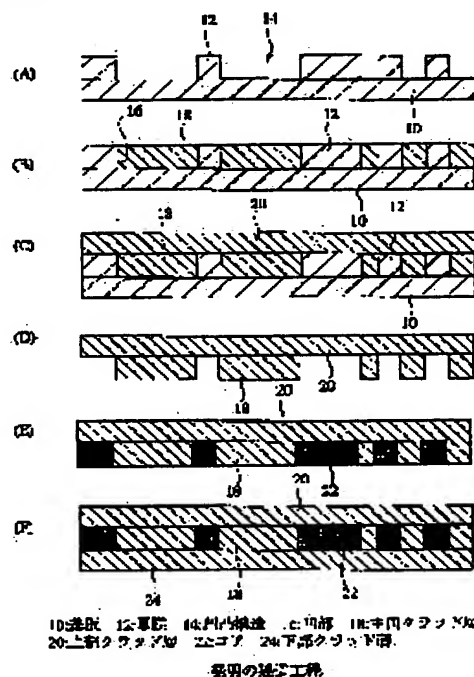
(72)Inventor : SHISHIDO KIKUO  
FUJIMAKI SHO  
SUZUKI MASAHIKO  
MITA MITSURO  
KAMIKAWA SHINKO  
MAENO KIMINORI  
MIYAMOTO HIROO

## (54) METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To manufacture an optical waveguide having a large area.

SOLUTION: Thick films 12 are provided at a prescribed position on the upper surface of a substrate 10, and a recessed and projected structure 14 is formed on the substrate. Next, intermediate cladding layers 18 are formed in the recessed parts 16 of the recessed and projected structure formed on the substrate. Next, an upper cladding layer 20 is formed on the intermediate cladding layers and the thick films. Next, the substrate and the thick films are removed. Next, cores 22 are formed in the parts from which the thick films are removed. A lower cladding layer 24 is formed on the cores and the intermediate cladding layers.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-154051

(P 2001-154051 A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001. 6. 8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

G 0 2 B 6/13

G 0 2 B 6/12

M 2H047

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L

(全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-337460

(22) 出願日 平成11年11月29日 (1999. 11. 29)

(71) 出願人 592258937

沖プリンテッドサーキット株式会社

新潟県上越市福田町1

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 穴戸 紀久雄

新潟県上越市福田町1番地 沖プリンテッ

ドサーキット株式会社内

(74) 代理人 100085419

弁理士 大垣 孝

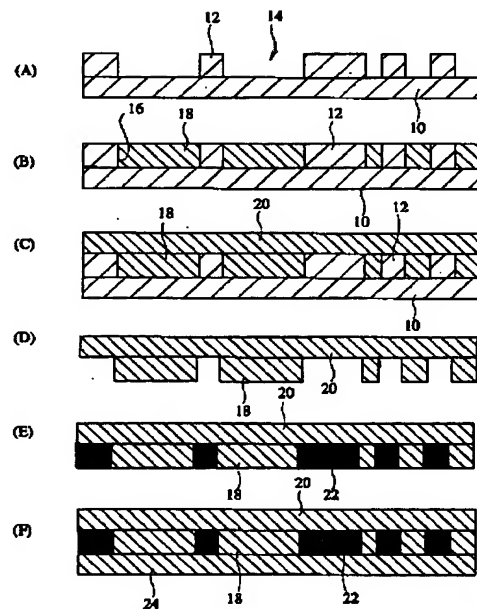
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 大面積の光導波路の作製を可能にする。

【解決手段】 基板 10 の上面の所定の位置に厚膜 12 を設けて、この基板上に凹凸構造 14 を形成する。次に、基板上に形成された凹凸構造の凹部 16 に中間クラッド層 18 を形成する。次に、中間クラッド層および厚膜の上に上部クラッド層 20 を形成する。次に、基板および厚膜を除去する。次に、厚膜を除去した部分にコア 22 を形成する。コアおよび中間クラッド層の上に下部クラッド層 24 を形成する。



10:基板 12:厚膜 14:凹凸構造 16:凹部 18:中間クラッド層  
20:上部クラッド層 22:コア 24:下部クラッド層

発明の製造工程

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の上面の所定の位置に厚膜を設けて、該基板上に凹凸構造を形成する工程と、前記基板上に形成された凹凸構造の凹部に中間クラッド層を形成する工程と、前記中間クラッド層および厚膜の上に上部クラッド層を形成する工程と、前記基板および厚膜を除去する工程と、前記厚膜を除去した部分にコアを形成する工程と、前記コアおよび中間クラッド層の上に下部クラッド層を形成する工程とを含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、前記各クラッド層の材料およびコアの材料としてフッ素化ポリイミドを用いたことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、前記凹凸構造を形成する工程が、基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程と、前記感光性樹脂膜の所定の部分をパターニングにより除去する工程と、前記感光性樹脂膜を除去した部分に厚膜を形成する工程と、前記基板から前記感光性樹脂膜を剥離する工程とを含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光導波路の製造方法において、前記基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程を、基板の上面にドライフィルムをラミネートする工程とすることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の光導波路の製造方法において、前記基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程が、基板の上面に感光性樹脂インクを塗布する工程と、該塗布した感光性樹脂インクを乾燥させる工程とを含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 に記載の光導波路の製造方法において、前記基板の上面に感光性樹脂インクを塗布する工程を、スピンコート法またはスクリーン印刷法によって行うことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 7】 請求項 3 に記載の光導波路の製造方法において、前記感光性樹脂膜の所定の部分をパターニングにより除去する工程が、所定のパタンの開口が形成されたマスクを介して前記感光性樹脂膜を露光する工程と、前記露光した感光性樹脂膜を現像して、当該感光性樹脂膜の所定の部分を除去する工程とを含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 8】 請求項 3 に記載の光導波路の製造方法において、

前記感光性樹脂膜の所定の部分をパターニングにより除去する工程を、レーザアブレーション法によって行うことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 9】 請求項 3 に記載の光導波路の製造方法において、

前記厚膜を形成する工程を、Cu 厚膜を電気メッキ法により形成する工程とすることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 10】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、

前記基板を Cu 基板とすることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 11】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、

前記上部クラッド層の形成後に、該上部クラッド層に支持板を貼り合わせておき、前記下部クラッド層の形成後に前記支持板を剥離することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の光導波路の製造方法において、

前記支持板として Al 板を用いることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 13】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、

前記上部クラッド層の形成後に、該上部クラッド層に Cu 板を貼り合わせ、さらに該 Cu 板をドライフィルムにより被覆しておき、前記基板および厚膜を除去する工程の後に前記ドライフィルムを剥離し、前記下部クラッド層の形成後に前記 Cu 板を剥離することを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 14】 請求項 1 に記載の光導波路の製造方法において、

前記基板として Cu 薄膜を形成したポリイミドシートを用いることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 15】 請求項 11 に記載の光導波路の製造方法において、

前記支持板として Cu 薄膜が形成されたポリイミドシートを用いることを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項 16】 基板の上面の所定の位置に厚膜を設けて、該基板上に凹凸構造を形成する工程と、

前記基板上に形成された凹凸構造の凹部にコアを形成する工程と、

前記コアおよび厚膜の上に上部クラッド層を形成する工程と、

前記基板および厚膜を除去する工程と、

前記厚膜を除去した部分に中間クラッド層を形成する工程と、

50 前記コアおよび中間クラッド層の上に下部クラッド層を

形成する工程とを含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光インターコネクに用いて好適なフレキシブル光導波路の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ICや抵抗などの電気部品が搭載されたプリント基板では、プリント基板間やモジュール間における信号の授受がフレキシブルな電気ケーブルにより行われる。しかし、最近では、電気部品のみならず光部品も同じプリント基板上に混載されることが多くなっており、このようなプリント基板内では電気配線とともに光ファイバなどの光配線も用いられている。そして、プリント基板間やモジュール間における信号の授受もフレキシブルな光ファイバを用いて行われるようになってきている。

【0003】このように、光による信号の授受を行う光インターコネクによれば、電気配線の場合よりも時間的な遅延が小さくなり、信号処理の高速化を実現することができる。また、光インターコネクには、電気配線で問題となる電気ノイズの影響を受けないなどの利点がある。したがって、光インターコネクは今後ますます多用されてゆき、これからはその性能や信頼性のみならず低コスト化が重要になる。

【0004】従来、光インターコネク用の光配線部品として、高分子材料で構成したフレキシビリティを有する光導波路が用いられており、その製造方法が文献「特開平8-304650」に開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記文献に開示された製造方法につき、図11および図12を参照して説明する。図11および図12は、従来の製造工程を示す断面図である。

【0006】まず、Si基板30上に、スパッタリングによって数十nm～数百nmの厚さの銅(Cu)薄膜32を形成する(図11(A))。

【0007】次に、Cu薄膜32上に高分子光導波路材料を堆積して、下部クラッド層34を形成する(図11(B))。

【0008】次に、下部クラッド層34上に高分子光導波路材料を堆積して、コア層36を形成する(図11(C))。このコア層36の屈折率は、下部クラッド層34の屈折率よりも高くなるように材料を調整してある。

【0009】次に、コア層36上にレジストを塗布した後、フォトリソグラフィおよび現像を行って、コア層36上にレジストパターン38を形成する(図11(D))。

【0010】次に、酸素(O<sub>2</sub>)ガスを用いたリアクティブイオンエッチング(RIE)を行って、コア層36のパターニングを行って、レジストパターン38に対応したパターンのコア36aを形成する(図11(E))。

【0011】次に、コア36a上のレジストパターン38を除去する(図12(A))。

【0012】次に、下部クラッド層34が露出している部分とコア36aの上とに、高分子光導波路材料を堆積して、上部クラッド層40を形成する(図12

(B))。この上部クラッド層40の屈折率は、下部クラッド層34の屈折率と同じになるようにする。以上の工程により、上部クラッド層40、コア36aおよび下部クラッド層34により構成される光導波路部42がCu薄膜32上に形成される。

【0013】次に、光導波路チップを塩酸(HCl)水溶液または水酸化カリウム(KOH)水溶液44に浸漬させて(図12(C))、Cu薄膜32の表面を溶かし、Si基板30から光導波路部42を剥離する(図12(D))。この結果、剥離された光導波路部42がフレキシブル光導波路として得られる。

【0014】以上説明したように、上記文献に開示された製造方法によれば、Cu薄膜32を形成する工程(図11(A))とRIE工程(図11(E))とが、真空チャンバ内で行われる真空プロセスとなっている。このように、従来方法では真空装置を必要とする。一般に、真空装置は高価なものであり、真空プロセスは生産性を低下させる。したがって、低コスト化が困難である。

【0015】また、通常、真空チャンバの大きさには限界があり、基板上的Cu薄膜の膜厚やRIEの加工精度の面内分布の点からも、処理できる基板の大きさに限度がある。このため、従来方法によれば、例えば数10cm角といった大きさの光導波路を作製することはできなかった。

【0016】したがって、従来より、真空装置が不要であり、しかも、大面積の光導波路の作製が可能である光導波路の製造方法の出現が望まれていた。

【0017】

【課題を解決するための手段】そこで、この出願に係る発明の光導波路の製造方法によれば、基板の上面の所定の位置に厚膜を設けて、この基板上に凹凸構造を形成する工程と、基板上に形成された凹凸構造の凹部に中間クラッド層を形成する工程と、中間クラッド層および厚膜の上に上部クラッド層を形成する工程と、基板および厚膜を除去する工程と、厚膜を除去した部分にコアを形成する工程と、コアおよび中間クラッド層の上に下部クラッド層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0018】図1は、この発明の製造工程を示す断面図である。図1に示すように、まず、基板10の上面の所定の位置に厚膜12を設けて、この基板10上に凹凸構造14を形成する(図1(A))。この凹凸構造14

が、中間クラッド層の鋳型となる。次に、基板10上に形成された凹凸構造14の凹部16に中間クラッド層18を形成する(図1(B))。次に、中間クラッド層18および厚膜12の上に上部クラッド層20を形成する(図1(C))。次に、基板10および厚膜12を除去する(図1(D))。残存した上部クラッド層20および中間クラッド層18は、コアの鋳型となる。次に、厚膜12を除去した部分にコア22を形成する(図1(E))。次に、コア22および中間クラッド層18の上に下部クラッド層24を形成する(図1(F))。

【0019】このような製造工程に従えば、所望の光導波路が得られるので、真空装置が不要であり、したがって低コスト化が図れる。また、真空チャンバの大きさなどに規制されることがなくなるため、大面積の光導波路を作製することができる。さらに、真空プロセスを行う必要がないため、簡易に大量の製造が可能となる。さらに、耐熱性のある鋳型材料を用いることでクラッド材料やコア材料としては、PMMAなどの低ガラス転移温度の高分子材料のみならず、ポリイミド系などの高ガラス転移温度の高分子材料を用いることができる。

【0020】この発明の光導波路の製造方法において、好ましくは、各クラッド層の材料およびコアの材料としてフッ素化ポリイミドを用いるのが良い。

【0021】また、この発明の光導波路の製造方法において、前述の凹凸構造を形成する工程が、基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程と、感光性樹脂膜の所定の部分をパターンニングにより除去する工程と、感光性樹脂膜を除去した部分に厚膜を形成する工程と、基板から感光性樹脂膜を剥離する工程とを含むと良い。

【0022】このとき、基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程を、基板の上面に感光性樹脂フィルムであるドライフィルムをラミネートする工程とするのが好適である。

【0023】あるいは、基板の上面を感光性樹脂膜で被覆する工程は、基板の上面に感光性樹脂インクを塗布する工程と、この塗布した感光性樹脂インクを乾燥させる工程とにより行っても良い。この結果、乾燥した感光性樹脂インクが上述の感光性樹脂膜に相当するものとなる。

【0024】なお、上述した基板の上面に感光性樹脂インクを塗布する工程は、スピンコート法またはスクリーン印刷法によって行うのが好適である。

【0025】また、前述した感光性樹脂膜の所定の部分をパターンニングにより除去する工程が、所定のパタンの開口が形成されたマスクを介して感光性樹脂膜を露光する工程と、露光した感光性樹脂膜を現像して、当該感光性樹脂膜の所定の部分を除去する工程とを含むと良い。

【0026】あるいは、感光性樹脂膜の所定の部分をパターンニングにより除去する工程を、レーザアブレーション法によって行っても良い。

【0027】さらに、前述の厚膜を形成する工程を、Cu厚膜を電気メッキ法により形成する工程とするのが好適である。

【0028】この発明の光導波路の製造方法において、好ましくは、前述した上部クラッド層の形成後に、この上部クラッド層に支持板を貼り合わせておき、前述した下部クラッド層の形成後に支持板を剥離すると良い。

【0029】このように支持板を上部クラッド層に貼り合わせておくと、コアおよび下部クラッド層の焼成時の熱処理工程における光導波路の「そり」などの変形を防止することができる。

【0030】なお、好ましくは、支持板としてAl板を用いるのが良い。

【0031】また、前述した上部クラッド層の形成後に、この上部クラッド層にCu板を貼り合わせ、さらにこのCu板をドライフィルムにより被覆しておき、前述した基板および厚膜を除去する工程の後に上記ドライフィルムを剥離し、前述した下部クラッド層の形成後に上記Cu板を剥離するのが好適である。

【0032】このように、支持板としてCu板を用いても良い。このとき、基板材料がCuであっても、Cu板はドライフィルムにより被覆されているため、基板の除去時にこのCu板は剥離されない。

【0033】また、基板としてCu薄膜を形成したポリイミドシートを用いても良い。

【0034】このような基板を用いると、各クラッド層の材料やコアの材料を例えばフッ素化ポリイミドとする場合は、基板の熱膨張係数とクラッド材料およびコア材料の熱膨張係数との差が小さくなるため、熱処理時の変形が抑制される。

【0035】また、前述の支持板としてCu薄膜が形成されたポリイミドシートを用いても良い。

【0036】このような支持板を用いると、基板材料がCuであっても、Cu薄膜がポリイミドシートにより被覆されているため、基板の除去時にこの支持板は剥離されない。

【0037】また、この出願に係る他の発明の光導波路の製造方法によれば、基板の上面の所定の位置に厚膜を設けて、この基板上に凹凸構造を形成する工程と、基板上に形成された凹凸構造の凹部にコアを形成する工程と、コアおよび厚膜の上に上部クラッド層を形成する工程と、基板および厚膜を除去する工程と、厚膜を除去した部分に中間クラッド層を形成する工程と、コアおよび中間クラッド層の上に下部クラッド層を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0038】図2は、この発明の製造工程を示す断面図である。図2に示すように、まず、基板10の上面の所定の位置に厚膜12aを設けて、この基板10上に凹凸構造14aを形成する(図2(A))。この凹凸構造14aが、コアの鋳型となる。次に、基板10上に形成さ

れた凹凸構造14aの凹部16aにコア22を形成する(図2(B))。次に、コア22および厚膜12aの上に上部クラッド層20を形成する(図2(C))。次に、基板10および厚膜12aを除去する(図2(D))。残存した上部クラッド層20およびコア22は、中間クラッド層の鋳型となる。次に、厚膜12aを除去した部分に中間クラッド層18を形成する(図2(E))。次に、コア22および中間クラッド層18の上に下部クラッド層24を形成する(図2(F))。

【0039】このような製造工程に従えば、所望の光導波路が得られ、しかも真空装置が不要である。したがって、低コスト化が図れるとともに、大面積の光導波路を作製することができる。

#### 【0040】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の実施の形態につき説明する。なお、図は、この発明が理解できる程度に形状、大きさおよび配置関係を概略的に示しているに過ぎない。また、以下に記載される数値等の条件や材料などは単なる一例に過ぎない。よって、この発明は、この実施の形態に何ら限定されることがない。

【0041】【第1の実施の形態】第1の実施の形態の製造工程につき、図3、図4および図5を参照して説明する。図3、図4および図5は、第1の実施の形態の製造工程を示す断面図である。各図には、主要部の構成が示されている。

【0042】まず、Cu基板50の上面に、感光性樹脂フィルムであるドライフィルム52をラミネートする(図3(A))。あらかじめ、Cu基板50のドライフィルム52の貼付面には光学研磨を施しておく。このドライフィルム52の厚さは、コアの厚さに関係する。この例では、マルチモードの光導波路を作製する目的から、ドライフィルム52の厚さを50μmにしてある。

【0043】続いて、コアのパタンに相当する開口パタンを有した露光マスクを用いて、ドライフィルム52を露光する。この露光により、ドライフィルム52には、コアのパタンの潜像が形成される。さらに、炭酸ナトリウム1%水溶液を用いて、露光したドライフィルム52を現像する。すると、ドライフィルム52の所定の位置が除去され、除去部分を凹部とするドライフィルム52aがCu基板50上に得られる(図3(B))。残存したドライフィルム52aのパタンは、中間クラッド層のパタンに一致している。

【0044】次に、ドライフィルム52aの凹部を埋めるように、Cu厚膜54を電気メッキ法により50μmより少し厚めに形成する(図3(C))。Cu厚膜54のパタンは、コアのパタンに一致している。続いて、3%水酸化ナトリウム水溶液に浸漬して、ドライフィルム52aを剥離することにより、Cu基板50上の所定の位置にCu厚膜54が形成された凹凸構造56が得られ

る(図3(D))。この凹凸構造56が中間クラッド層の鋳型となる。

【0045】次に、作製した凹凸構造56の凹部58に、クラッド材料であるフッ素化ポリイミドの溶液(日立化成製のOPIN-3205(製品名))を流し込み、350℃の温度で1時間の熱処理すなわち焼成を行う。この焼成により、フッ素化ポリイミド溶液の溶媒が揮発して、さらにイミド化が生じ、凹部58にフッ素化ポリイミド膜60が形成される(図4(A))。なお、イミド化の際に体積収縮が起こるため、溶液の流し込みと焼成とを3回に分けて繰り返して行い、最終的に50μm以上の厚さのフッ素化ポリイミド膜60を得るようにしている。

【0046】続いて、フッ素化ポリイミド膜60及びCu厚膜54の表面を研磨して、それらの表面を平坦化すると共に、約50μmの厚さに調整する。この研磨後のフッ素化ポリイミド膜が、中間クラッド層60aとなる(図4(B))。

【0047】次に、中間クラッド層60aおよびCu厚膜54の上面に、中間クラッド層60aと同じ高分子光導波路材料のフッ素化ポリイミド溶液(日立化成製のOPIN-3205(製品名))を塗布する。そして、塗布した溶液に対して350℃の温度で1時間の熱処理を施すことにより、30μmの厚さのフッ素化ポリイミド膜が上部クラッド層62として得られる(図4(C))。

【0048】次に、Cu厚膜54およびCu基板50をエッチングで除去する(図5(A))。残存した上部クラッド層62および中間クラッド層60aは、コアの鋳型となる。

【0049】次に、上部クラッド層62および中間クラッド層60aのCu厚膜54が設けられていた部分にコア材料を注入する。コア用の高分子材料としては、上部クラッド層62および中間クラッド層60aよりもフッ素含有量が小さいフッ素化ポリイミドの溶液(日立化成製のOPIN-3405(製品名))を用いている。このようにフッ素含有量を少なくすることにより、コアの光学的屈折率はクラッド層62および60aの屈折率に比べて大きくなる。中間クラッド層60aの形成工程と同様に、コア材料のフッ素化ポリイミド溶液を所定部に流し込んだ後、350℃の温度で1時間の熱処理を行う。上述したように、イミド化の際に体積収縮が起こるため、溶液の流し込みと焼成とを3回に分けて繰り返して行っている。そして、最終的に、50μm以上の厚さのフッ素化ポリイミド膜64を形成する(図5(B))。

【0050】続いて、フッ素化ポリイミド膜64の厚さをパフ研磨により50μmの厚さに調整する。このように厚さを調整したフッ素化ポリイミド膜がコア64aとなる(図5(C))。

【0051】次に、コア64aおよび中間クラッド層60aの上に、中間クラッド層60aと同じ高分子光導波路材料のフッ素化ポリイミド溶液（日立化成製のOPIN-3205（製品名））を塗布する。そして、塗布したフッ素化ポリイミド溶液に対して、350℃の温度で1時間の熱処理を施す。この焼成により、30μmの厚さのフッ素化ポリイミド膜が下部クラッド層66として形成される（図5（D））。

【0052】以上説明したように、ドライフィルム52の露光および現像工程とCu厚膜54のメッキ工程とを行い、中間クラッド層60aの鋳型を形成する。また、中間クラッド層60aおよび上部クラッド層62の形成後、Cu厚膜54を除去することによってコア64aの鋳型を形成する。このような形成方法によれば、PMM Aなどの低ガラス転移温度の高分子材料のみならず、ポリイミド系の高ガラス転移温度（すなわち100℃以上の焼成温度）の高分子材料を用いて、フレキシブル光導波路を形成することができる。

【0053】このように、この実施の形態の製造方法によれば、従来行われていたCu薄膜の形成やRIEなどの真空プロセスがなくなる。したがって、真空装置が不要となるから低コスト化が図れる。また、真空チャンバの大きさに制限されることもなくなり、大面積のフレキシブル光導波路を簡易かつ大量に作製することができるようになる。

【0054】なお、この実施の形態では、ドライフィルム52のパターニングを露光および現像によって行ったが、このパターニングをレーザアブレーション法により行っても良い。レーザアブレーション法によれば、レーザ光を照射することにより、ドライフィルム52のパターニングを行うことができる。したがって、より簡便にパターニングを行うことができる。

【0055】また、露光および現像によるパターニングとレーザアブレーション法によるパターニングとを併用しても良い。例えば、パタン幅の小さいところをレーザアブレーション法により行い、それ以外のパタン幅の広いところは露光および現像によって行うのが好適である。

【0056】さらに、この実施の形態では、感光性樹脂膜としてドライフィルム52を用いたが、この代わりに、感光性樹脂インクを塗布して乾燥させたものを用いても良い。すなわち、Cu基板50の上にドライフィルム52をラミネートする代わりに、Cu基板50の上面に感光性樹脂インクをスピンコート法またはスクリーン印刷法によって塗布する。続いて、塗布した感光性樹脂インクを乾燥させる。このように成膜した感光性樹脂膜は、ドライフィルムと同様に露光および現像によってパターニングすることができる。また、この感光性樹脂膜は有機溶媒により除去することができる。しかも、この感光性樹脂膜は、焼成時に剥離するおそれがない。

【0057】また、Cu基板50の代わりに、基板としてCu薄膜が形成されたポリイミドシートを用いても良い。このようなシートとして、例えばポリイミド銅張積層板（宇部興産製のユビセルN（製品名））を用いるのが好ましい。このシートは、数10μmの厚さのポリイミド板上に数10μmの厚さのCu薄膜を形成したものである。このようなシートは、Cuのみからなる基板に比べて、熱膨張係数が光導波路材料のフッ素化ポリイミドに近く、焼成時の温度上昇によるシートの変形が小さいという利点がある。

【0058】〔第2の実施の形態〕次に、第2の実施の形態の製造工程につき、図6を参照して説明する。図6は、第2の実施の形態の製造工程を示す断面図である。

【0059】第2の実施の形態では、第1の実施の形態で説明した上部クラッド層62の形成工程（図4

（C））の後に、続けて、上部クラッド層62の上面にA1支持板68を貼り合わせる工程を行う（図6

（A））。すなわち、中間クラッド層60aが設けられた面とは反対側の上部クラッド層62の面に、A1支持板68を貼り合わせる。A1支持板68を所定の位置に精度良く貼り合わせるためには、A1支持板68に位置合せ用のマークを設けておくが良い。

【0060】その後は、第1の実施の形態で説明したように、Cu厚膜54およびCu基板50の除去（図6（B））、コア64aの形成（図6（C））、および下部クラッド層66の形成（図6（D））を順次に行う。そして、下部クラッド層66の形成後に、A1支持板68を剥離する。

【0061】このように、A1支持板68を貼り合わせしておく、Cu基板50を除去した後であっても、柔らかい光導波路材料が固いA1支持板68上に支持された状態になる。したがって、コア64aおよび下部クラッド層66の形成時に行われる焼成により、光導波路材料に「そり」などの変形が生じてしまうことを防止できる。このように、A1支持板68により光導波路の歪みが軽減されるとともに、作業上のハンドリングもしやすくなる。さらに、一連の工程を機械で搬送して自動化する場合に対応できるプロセスを提供することができるようになる。また、コア64aの表面の平滑性が向上するので、光損失が低減する。

【0062】〔第3の実施の形態〕次に、第3の実施の形態の製造工程につき、図7を参照して説明する。図7は、第3の実施の形態の製造工程を示す断面図である。

【0063】第2の実施の形態では、光導波路材料の焼成に伴う変形を防止するためにA1支持板を用いたが、第3の実施の形態では、A1支持板の代わりにCu支持板を用いる。

【0064】第3の実施の形態では、第1の実施の形態で説明した上部クラッド層62の形成工程（図4

（C））の後に、続けて、上部クラッド層62の上面に



Cu支持板70を貼り合わせる工程を行う(図7(A))。すなわち、中間クラッド層60aが設けられた面とは反対側の上部クラッド層62の面に、Cu支持板70を貼り合わせる。さらに、Cu支持板70をドライフィルム72により被覆する(図7(A))。すなわち、Cu支持板70の上面にドライフィルム72をラミネートする。

【0065】続いて、Cu基板50およびCu厚膜54をエッチングにより除去する(図7(B))。Cu支持板70はドライフィルム72によりマスキングされているので、エッチング液に浸漬させると、Cu基板50およびCu厚膜54のみを選択的に除去することができる。エッチング終了後、ドライフィルム72を剥離する(図7(C))。

【0066】以下、第1の実施の形態で説明したように、コア64aの形成および下部クラッド層66の形成を順次に行う。この過程で行われる焼成では、Cu支持板70があるため光導波路材料の変形が軽減される。このCu支持板70は、下部クラッド層66の形成後に剥離される。

【0067】このように、第2の実施の形態で説明したAl支持板の代わりに、Cu材料の支持板を用いることができる。

【0068】また、Cu支持板70の代わりに、支持板としてCu薄膜を形成したポリイミドシートを用いても良い。このようなシートとしては、例えばポリイミド銅張積層板(宇部興産製のユビセルN(製品名))を用いることができる。このシートは、数10μmの厚さのポリイミド板上に数10μmの厚さのCu薄膜を形成したものである。このシートのCu薄膜の面を上部クラッド層62に接触させて貼り付けるようにする。そうすれば、Cu厚膜54のエッチング時には、このCu薄膜はポリイミドシートにより保護される。したがって、上述したように新たにドライフィルム72を貼り付ける必要はなく、簡便である。

【0069】[第4の実施の形態] 次に、第4の実施の形態の製造工程につき、図8、図9および図10を参照して説明する。図8、図9および図10は、第4の実施の形態の製造工程を示す断面図である。

【0070】第1の実施の形態では、中間クラッド層の鋳型を形成してからコアの鋳型を形成したが、第4の実施の形態では、先にコアの鋳型を作成し、その後、中間クラッド層の鋳型を作成する。

【0071】まず、Cu基板50の上面に、感光性樹脂フィルムであるドライフィルム52をラミネートする(図8(A))。あらかじめ、Cu基板50のドライフィルム52の貼付面には光学研磨を施しておく。このドライフィルム52の厚さは、コアの厚さに関係する。この例では、マルチモードの光導波路を作製する目的から、ドライフィルム52の厚さは50μmにする。

【0072】続いて、中間クラッド層のパタンに相当する開口パタンを有した露光マスクを用いて、ドライフィルム52を露光する。この露光により、ドライフィルム52に中間クラッド層のパタンの潜像が形成される。さらに、炭酸ナトリウム1%水溶液を用いて、露光したドライフィルム52を現像する。この結果、ドライフィルム52の所定の位置が除去され、除去部分を凹部とするドライフィルム52bがCu基板50上に得られる(図8(B))。残存したドライフィルム52bのパタンは、コアのパタンに一致している。

【0073】次に、ドライフィルム52bの凹部を埋めるように、Cu厚膜54aを電気メッキ法により50μmより少し厚めに形成する(図8(C))。Cu厚膜54aのパタンは、中間クラッド層のパタンに一致している。続いて、ドライフィルム52bを剥離することにより、Cu基板50上の所定の位置にCu厚膜54aが形成された凹凸構造56aが得られる(図8(D))。この凹凸構造56aがコアの鋳型となる。

【0074】次に、作製した凹凸構造56aの凹部58aに、コア材料であるフッ素化ポリイミドの溶液(日立化成製のOPIN-3405(製品名))を流し込み、350℃の温度で1時間の熱処理を行う。この焼成により、フッ素化ポリイミド溶液の溶媒が揮発して、さらにイミド化が生じ、凹部58aにフッ素化ポリイミド膜64が形成される(図9(A))。なお、イミド化の際に体積収縮が起こるため、溶液の流し込みと焼成とを3回に分けて繰り返して行い、最終的に50μm以上の厚さのフッ素化ポリイミド膜64を得るようにしている。

【0075】続いて、フッ素化ポリイミド膜64及びCu厚膜54aの表面を研磨して、それらの表面を平坦化すると共に、約50μmの厚さに調整する。この研磨後のフッ素化ポリイミド膜が、コア64aとなる(図9(B))。

【0076】次に、コア64aおよびCu厚膜54aの上面に、クラッド材料であるフッ素化ポリイミド溶液(日立化成製のOPIN-3205(製品名))を塗布する。そして、塗布した溶液に対して350℃の温度で1時間の熱処理を施すことにより、30μmの厚さのフッ素化ポリイミド膜が上部クラッド層62として得られる(図9(C))。なお、クラッド用のフッ素化ポリイミド溶液は、コア64aの場合よりもフッ素含有量を大きくしてある。このようにフッ素含有量を多くすることにより、クラッド層の光学的屈折率はコア64aの屈折率に比べて小さくなる。

【0077】次に、Cu厚膜54aおよびCu基板50をエッチングで除去する(図10(A))。残存した上部クラッド層62およびコア64aは、中間クラッド層の鋳型となる。

【0078】次に、上部クラッド層62およびコア64

aのCu厚膜54aが設けられていた部分にクラッド材料を注入する。クラッド材料としては、上部クラッド層62と同じフッ素化ポリイミド溶液（日立化成製のOPIN-3205（製品名））を用いる。コア64aの形成工程と同様に、クラッド材料のフッ素化ポリイミド溶液を所定部に流し込んだ後、350℃の温度で1時間の熱処理を施す。上述したように、イミド化の際に体積収縮が起こるため、溶液の流し込みと焼成とを3回に分けて繰り返して行っている。最終的に、50μm以上の厚さのフッ素化ポリイミド膜60が形成される（図10（B））。

【0079】続いて、フッ素化ポリイミド膜60の厚さをパフ研磨により50μmの厚さに調整する。このように厚さを調整したフッ素化ポリイミド膜が中間クラッド層60aとなる（図10（C））。

【0080】次に、コア64aおよび中間クラッド層60aの上に、中間クラッド層60aと同じ高分子光導波路材料のフッ素化ポリイミド溶液（日立化成製のOPIN-3205（製品名））を塗布する。そして、塗布したフッ素化ポリイミド溶液に対して、350℃の温度で1時間の熱処理を施す。この焼成により、30μmの厚さのフッ素化ポリイミド膜が下部クラッド層66として形成される（図10（D））。

【0081】以上説明したように、コア64aの鋳型を形成した後に中間クラッド層60aの鋳型を形成するようにしても、第1の実施の形態と同様のフレキシブル光導波路を作成することができる。

#### 【0082】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の光導波路の製造方法によれば、従来行われていたCu薄膜の形成やRIEなどの真空プロセスがなくなる。したがって、真空装置が不要となるから低コスト化が図れる。また、真空チャンバの大きさに制限されることもなくなり、大面積のフレキシブル光導波路を簡易かつ大量に作製することができるようになる。

【0083】この発明の方法により作成した高分子のフレキシブル光導波路は、光インターコネクションにおいて、光プリント基板間の信号の授受を行う光導波路として、また、電気配線のみのプリント基板に貼り付けて光・電気複合のプリント基板として利用することができ

る。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】発明の製造工程を示す図である。

【図2】発明の製造工程を示す図である。

【図3】第1の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図4】図3に続く、第1の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図5】図4に続く、第1の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図6】第2の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図7】第3の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図8】第4の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図9】図8に続く、第4の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図10】図9に続く、第4の実施の形態の製造工程を示す図である。

【図11】従来の製造工程を示す図である。

【図12】図11に続く、従来の製造工程を示す図である。

#### 【符号の説明】

10：基板

12, 12a：厚膜

14, 14a, 56, 56a：凹凸構造

16, 16a, 58, 58a：凹部

18, 60a：中間クラッド層

20, 40, 62：上部クラッド層

22, 36a, 64a：コア

24, 34, 66：下部クラッド層

30：Si基板

32：Cu薄膜

36：コア層

38：レジストパターン

42：光導波路部

44：塩酸水溶液または水酸化カリウム水溶液

50：Cu基板

52, 52a, 52b, 72：ドライフィルム

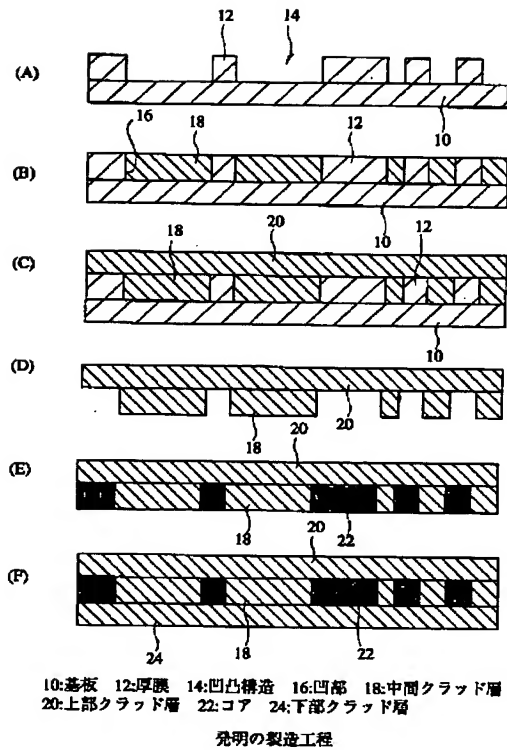
54, 54a：Cu厚膜

60, 64：フッ素化ポリイミド膜

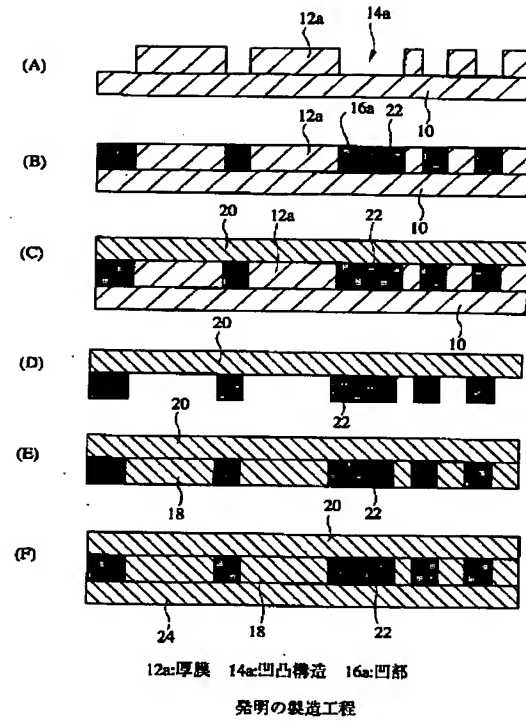
68：Al支持板

70：Cu支持板

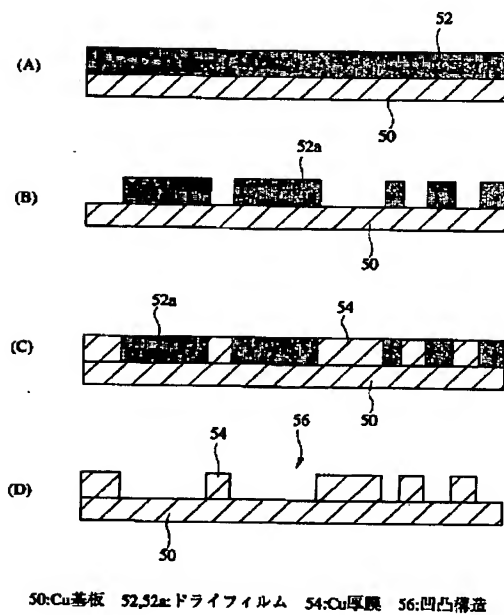
【図1】



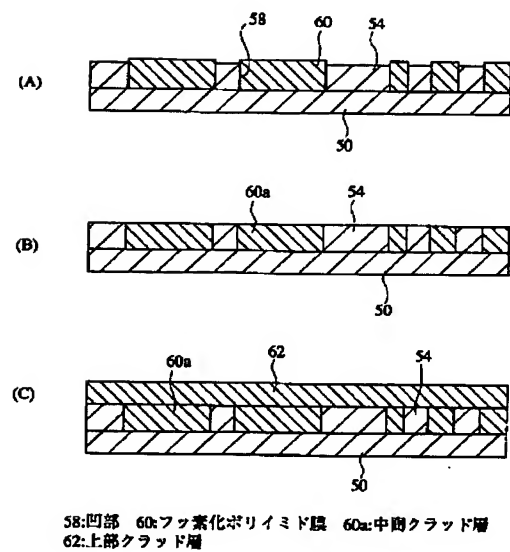
【図2】



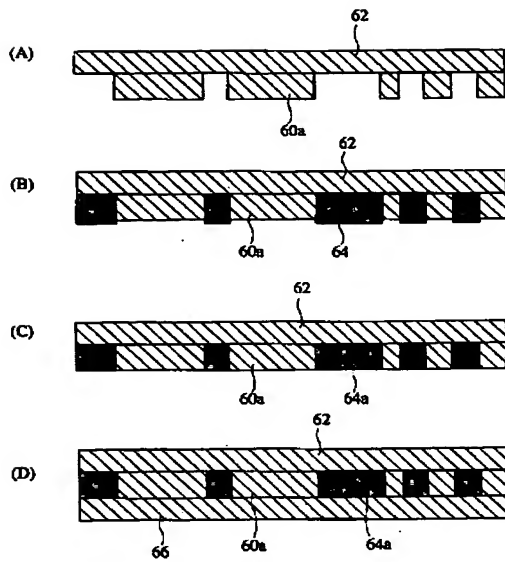
【図3】



【図4】



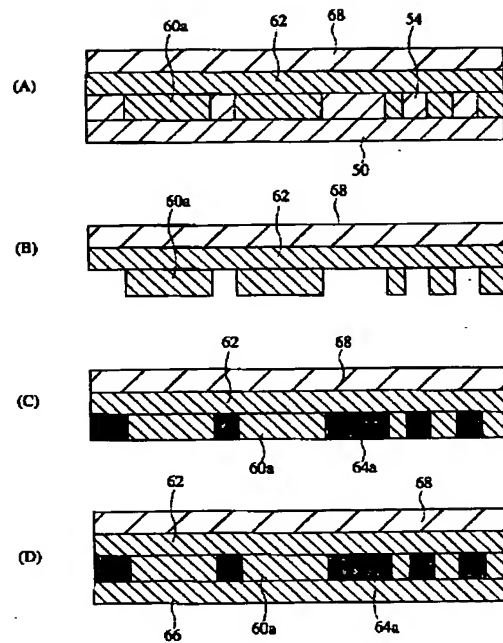
【図 5】



64:フッ素化ポリイミド膜 64a:コア 66:下部クラッド層

第 1 の実施の形態の製造工程 (その 3)

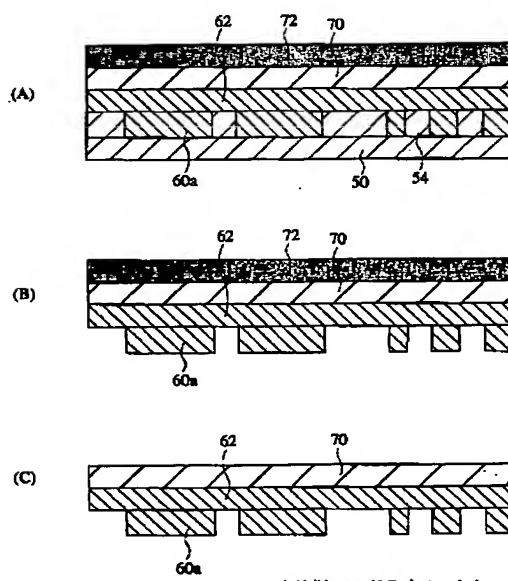
【図 6】



68:A)支持板

第 2 の実施の形態の製造工程

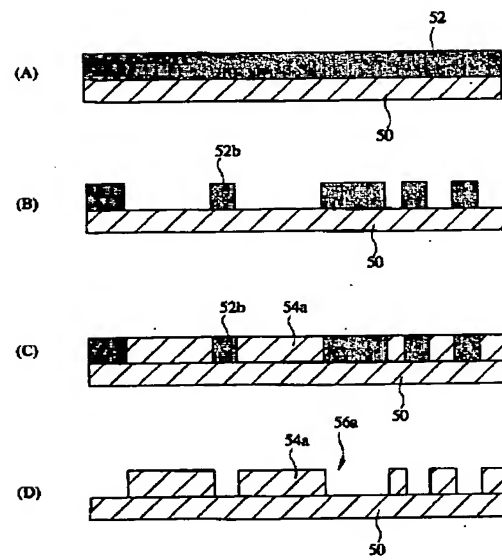
【図 7】



70:Cu支持板 72:ドライフィルム

第 3 の実施の形態の製造工程

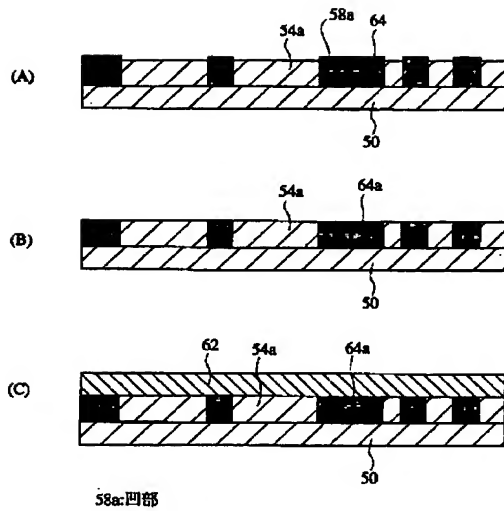
【図 8】



52b:ドライフィルム 54a:Cu厚膜 56a:凹凸構造

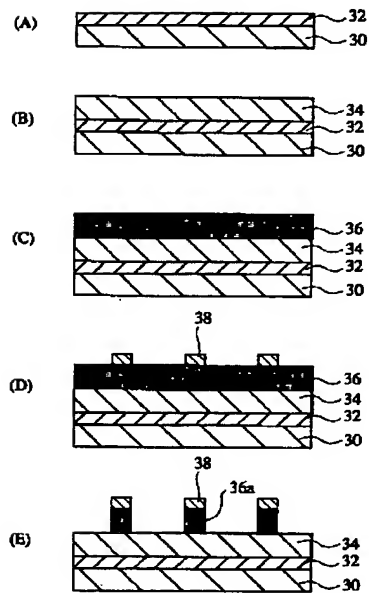
第 4 の実施の形態の製造工程 (その 1)

【図 9】



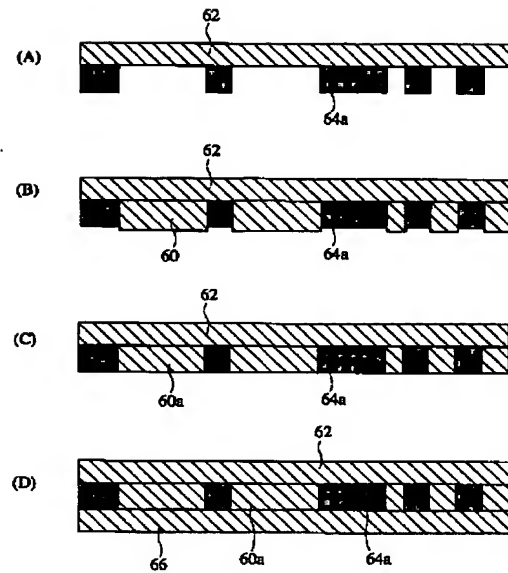
第 4 の実施の形態の製造工程 (その 2)

【図 11】



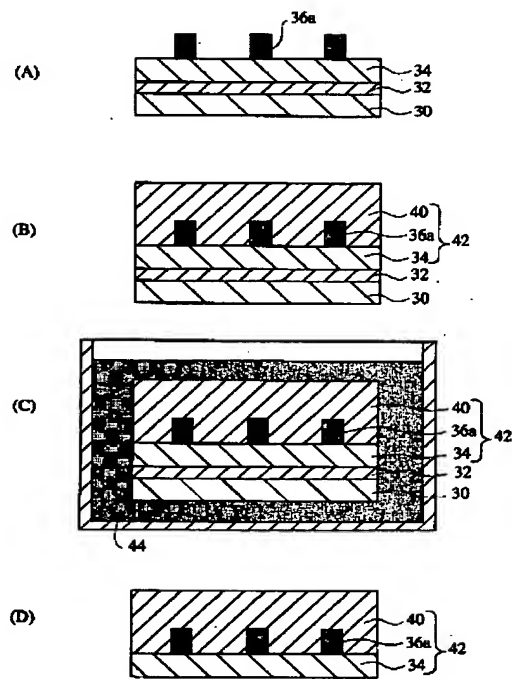
従来の製造工程 (その 1)

【図 10】



第 4 の実施の形態の製造工程 (その 3)

【図 12】



従来の製造工程 (その 2)

## フロントページの続き

(72)発明者 藤巻 升  
新潟県上越市福田町 1 番地 沖プリンテッ  
ドサーキット株式会社内  
(72)発明者 鈴木 正彦  
新潟県上越市福田町 1 番地 沖プリンテッ  
ドサーキット株式会社内  
(72)発明者 見田 充郎  
東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 上川 真弘  
東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番12号 沖電気  
工業株式会社内  
(72)発明者 前野 仁典  
東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番12号 沖電気  
工業株式会社内  
(72)発明者 宮本 裕生  
東京都港区虎ノ門 1 丁目 7 番12号 沖電気  
工業株式会社内

F ターム(参考) 2H047 KA04 PA00 PA02 PA21 PA24  
PA26 PA28 QA05 QA07 TA00  
TA44